

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za kemiju

Preddiplomski studij kemije

Marija Elena Nikolić

***Određivanje sadržaja masti u hrani za nesilice***

***Soxhlet metodom***

Završni rad

Mentorica: doc. dr. sc. Olivera Galović

Osijek, 2018.

## SAŽETAK

Masti su organski spojevi koji pripadaju široj skupini spojeva zvanim lipidi. Pripadaju skupini spojeva koji su topivi u organskim otapalima. Esteri su glicerola i viših masnih kiselina pa se nazivaju i trigliceridima. Masti utječu na razinu kolesterola u krvi. Zasićene te trans masne kiseline, iako pripadaju nezasićenim masnim kiselinama, povećavaju udio „lošeg“ kolesterola, LDL (eng. *Low Density Lipoprotein*) kolesterol te u isto vrijeme snižavaju udio „dobrog“ kolesterola, HDL (eng. *High Density Lipoprotein*) kolesterol. Mono i polinezasićene masne kiseline povećavaju udio „dobrog“ kolesterola te snižavaju udio „lošeg“ kolesterola.

Soxhlet metoda je uobičajena metoda za određivanje slobodnih masti u uzorcima. Pomoću te metode, ekstrahirana je mast u uzorcima hrane za nesilice te je određena prisutna količina masti. Ekstrakcija je izvođena uz prikladno otapalo, petroleter uz sigurnosne laboratorijske uvjete.

Masti su u organizmu veliki izvor energije i imaju veliki energetske doprinos, neophodne su u ishrani kako bi se organizam opskrbio esencijalnim masnim kiselinama. U ishrani peradi, važno je osigurati hranu bogatu polinezasićenim masnim kiselinama, zbog njihovog korisnog djelovanja na organizam.

Cilj ovoga istraživanja je pomoću Soxhlet ekstrakcije odrediti sadržaj masti u različitim uzorcima hrane za nesilice.

Ključne riječi: masti, trigliceridi, perad, Soxhlet metoda, energija

## **ABSTRACT**

Fats are organic compounds which belong to a broader group of compounds called lipids. They belong to a group of compounds that are soluble in organic solvents. Fats are, according to the chemical composition, glycerol and higher fatty acids esters and are, therefore, called triglycerides. Fats have a significant effect on the proportion of cholesterol in the blood. Saturated and trans fatty acids, although belonging to non-saturated fatty acids, increase the share of „bad“ cholesterol, LDL (Low Density Lipoprotein) cholesterol, and at the same time decrease the share of „good“ cholesterol, HDL (High Density Lipoprotein) cholesterol. Mono and polyunsaturated fatty acids increase the share of „good“ cholesterol and decrease the share of „bad“ cholesterol.

Soxhlet method is common method for determining free fats in samples. Using this method, fat was extracted in the samples of hens feed and the present amount of fat was determined. The extraction was carried out with a suitable solvent: petroleum ether.

Fats are a good source of energy in the body and have good energy contribution, fats are essential part of the diet because they provide to the body essential fatty acids. It is important, in nutrition of poultry, to provide food rich in polyunsaturated fatty acids due to their useful effect on the organism.

The aim of this study is, to determine the fat content in feed for laying hens. using Soxhlet extraction method.

- Keywords: fats, tryglicerides, poultry, Soxhlet method, energy

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. MASTI.....	2
2.1. Fizička i kemijska svojstva te utjecaj masti na zdravlje .....	2
2.2. Mast u hrani za perad.....	3
3. SOXHLET METODA .....	5
3.1. Soxhlet aparatura .....	5
3.2. Princip ekstrakcije po Soxhletu .....	6
3.3. Opasnosti i mjere opreza.....	7
4. EKSPERIMENTALNI DIO .....	8
4.1. Reagensi i instrumentacija .....	8
4.2. Postupak.....	10
4.2.1. Priprema aparature .....	10
4.2.2. Postupak ekstrakcije masti iz hrane za nesilice.....	10
4.2.3. Izračunavanje količine masti .....	11
5. REZULTATI I RASPRAVA.....	12
6. ZAKLJUČAK.....	15
7. LITERATURA .....	16

## 1. UVOD

Masti pripadaju organskim spojevima koji igraju važnu ulogu u organizmima živih bića. Pripadaju široj skupini spojeva zvanim lipidima. Uz ugljikohidrate i proteine, masti, su glavni sastojci hrane s visokom energetsom vrijednošću. Osim toga, od velike su važnosti jer sadrže vitamine A, D, E i K te esencijalne masne kiseline koje organizam ne može sam proizvesti. Masti su važne za normalan rad organizma. Sudjeluju u sintezi antitijela te izgradnji i održavanju strukture stanica. Kontrola biosinteze masnih kiselina obuhvaća regulaciju brzine sinteze te udjela, u sintezi, određenih masnih kiselina. Oko dvije trećine sinteze ukupnih masti se odvija u jetri peradi. Prehrana ponajprije utječe na sintezu masti u jetri peradi. Sastav masti u ishrani utječe na udio masti u proizvodima peradi [6,7].

Pojam lipidi odnosi se na skupinu spojeva koji su slabo topljivi u vodi. Samim tim topljivi su u brojnim organskim otapalima kao što su etil eter, petroleter, aceton, etanol, metanol, benzen te drugi. Lipidni sadržaj hrane, određen ekstrakcijom jednim otapalom može biti poprilično različit od sadržaja lipida određenog drugim otapalom, različitog polariteta. Masti, spojevi koji pripadaju lipidima, te njihov sadržaj, često se određuju metodom ekstrakcije otapalom kao što su Soxhlet, Goldfish, Mojonnier, ali i drugim ekstrakcijskim te instrumentalnim metodama koje se oslanjaju na fizikalna te kemijska svojstva lipida. Način odabira metode ovisi o različitim čimbenicima uključujući prirodu uzorka, svrhu analize te dostupnosti instrumentacije [4].

Metoda pogodna za analizu te određivanje sadržaja masti u hrani nesilica je Soxhlet metoda. Soxhlet metodom određuje se slobodna mast. Vrijeme ekstrakcije masti određuje se brojem prelijevanja ekstraktora ili je propisano metodom koja se koristi. Koristi se pogodno otapalo za izvođenje ekstrakcije te se samim tim izvodi pod za to određenim uvjetima [5].

## **2. MASTI**

Masti su spojevi koji nisu topljivi u vodi, a topljivi su u organskim otapalima. Nazivaju se trigliceridima jer su esteri masnih kiselina i alkohola glicerola. Masti osiguravaju normalnu funkciju našeg organizma, sudjeluju u sintezi antitijela, održavanju strukture stanica i održavanju razine „dobrog“ i „lošeg“ kolesterola u krvi [1,6].

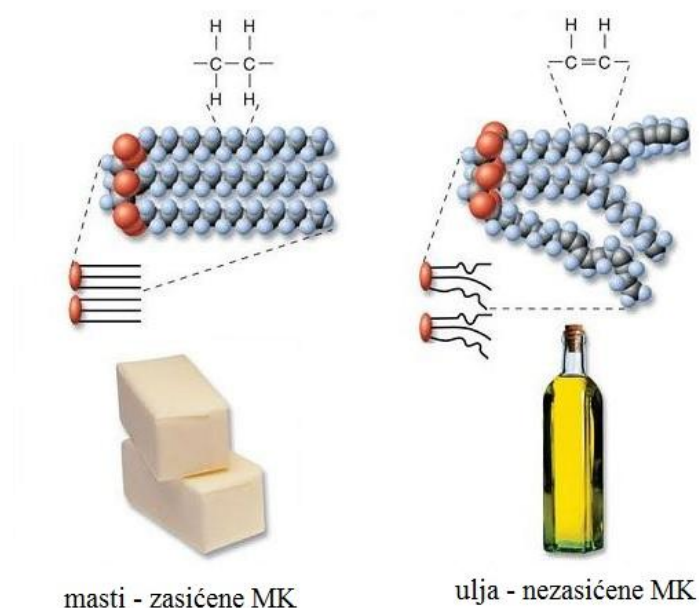
### **2.1. Fizička i kemijska svojstva te utjecaj masti na zdravlje**

Masti, odnosno esteri masnih kiselina i glicerola, mogu biti u čvrstom ili tekućem agregatnom stanju. Zasićene su masne kiseline u čvrstom agregatnom stanju te se nalaze u životinjskim proizvodima poput mesa, maslaca i mlijeka. Zasićene masne kiseline povećavaju udio „lošeg“ kolesterola u krvi pa je potrebno paziti na njihov unos u organizam. Prilikom unosa većih količina trans masnih kiselina i zasićenih masnih kiselina, povećava se rizik od bolesti srca i krvnih žila, dijabetesa, upalnih procesa, te nekih oblika raka [6,7].

Nezasićene masne kiseline, mono te polinezasićene, su u tekućem agregatnom stanju pri optimalnoj sobnoj temperaturi te povećavaju udio „dobrog“ i snižavaju udio „lošeg“ kolesterola. Polinezasićene masne kiseline pronalazimo u biljnim uljima, prisutne pod nazivom omega-6 masne kiseline (arahidonska i linolenska) te u ribljem ulju, prisutne pod nazivom omega-3 masne kiseline (linoleinska). Navedene se kiseline u organizam unose isključivo putem hrane jer su važne za organizam a naš ih organizam ne može sam sintetizirati pa se nazivaju esencijalnim. Mononezasićene masne kiseline nalaze se ponajviše u maslinovom te u ulju repice [6].

Trans masne kiseline povećavaju udio „lošeg“ kolesterola u krvi iako pripadaju skupini nezasićenih masnih kiselina. U malim količinama su prisutne u hrani te nastaju procesom hidrogenizacije biljnih ulja [6].

Masti su važne za pravilno funkcioniranje organizma te se ne smiju izbaciti iz prehrane, važno je kontrolirati te ograničiti njihov unos (Slika 1).



Slika 1. Prikaz strukture zasićenih te nezasićenih masnih kiselina [8].

## 2.2. Mast u hrani za perad

Jednostavne masti su triacilgliceroli te spojevi s dodatnim skupinama, poput fosfata, ugljikohidrata te proteina. Posebnu skupinu čine steroli. Kod ptica, trigliceridi, koji čine najveći udio, služe kao rezerve energije te su pohranjeni u masnom tkivu. Raspodjela triglicerida u peradi je genetski određena, od 0,6 % do 2,5 % u abdominalnom, od 0,9 % do 2,6 % u potkožnom te od 0,4 % do 6 % u mišićnom tkivu. U trigliceridima peradi uglavnom su zastupljene  $C_{16}$  i  $C_{18}$  masne kiseline (Slika 2) [1].

Miristinska kiselina	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$
Palmitinska kiselina	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$
Stearinska kiselina	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$
Palmitoleinska kiselina	$CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7COOH$
Oleinska kiselina	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$
$\alpha$ -Linolenska kiselina	$CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)_3(CH_2)_2COOH$
Eikozatrienska kiselina	$CH_3(CH_2)_7(CH=CHCH_2)_3(CH_2)_2COOH$
Arahidonska kiselina	$CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)_4(CH_2)_2COOH$

Slika 2. Najčešće masne kiseline u sastavu triglicerida i fosfolipida peradi [1].

Masti su u metabolizmu veliki izvor energije. Zalihe glikogena su ograničene i potroše se u kratkom vremenu dok su energetske doprinosi masti daleko veći od glikogena, čak 2-3 puta, zbog činjenice da su masne kiseline potpuno reducirane i dehidrirane, što je važno u uvjetima deficitarne hranidbe [1].

Masti i ulja dodaju se u hranu za perad kao izvor energije te zbog povećanja kalorične vrijednosti koja je 2,5 puta veća od kalorične vrijednosti ugljikohidrata. Minimalne količine masti, u hrani, su potrebne kako bi se perad opskrblila esencijalnim masnim kiselinama, odnosno linolnom, linolenskom te arahidonskom. Perad može konzumirati te podnijeti visoke doze masti koje se nalaze u hrani, ali se pritom pazi na količinu bjelancevina, odnosno aminokiselina [1].

Sastav masti u hrani utječe na udio masti u proizvodima. Prema istraživanju iz 2008. godine [1] mast utječe na profil masnih kiselina u gotovim proizvodima, ovisno o sadržaju masnih kiselina u smjesama (Slika 3). U istraživanje je bilo uključeno 56 nesilica, 28 u kontrolnoj te 28 u pokusnoj skupini. Kontrolna skupina hranjena je s komercijalnom krmnom smjesom, a pokusnoj skupini u hranu je dodan pripravak Pronova Biocare Epax 3000 TG u količini od 3,33 % [1].

Masna kiselina	Hrana		Žumanjak	
	Kontrola	Pokus	Kontrola (n=10)	Pokus (n=10)
Miristinska C 14:0	0,10	1,95	0,25±0,05	0,47±0,06***
Palmitinska C 16:0	13,65	14,72	22,25±6,66	24,92±0,91n.s.
Heptadekanska C 17:0	0,09	0,25	0,34±0,03	0,46±0,04***
Stearinska C 18:0	4,58	4,75	8,58±1,05	8,20±0,53
Σ SFA	18,42	21,67	31,42±5,61	34,05±0,64n.s.
Palmitoleinska C 16:1	0,14	2,25	1,97±0,42	2,27±0,74n.s.
Heptadekenska C 17:1	0,31	0,14	0,19±0,02	0,24±0,01***
Elaidinska C 18:1n9t	0,08	0,07	0,14±0,03	0,19±0,03**
Oleinska C 18:1n9c	25,50	23,53	38,25±4,10	36,62±1,67n.s.
Eikozenska C 20:1	0,24	0,82	0,26±0,04	0,26±0,04n.s.
Neuronska C 24:1	0,29	0,25	0,28±0,06	0,37±0,07**
Σ MUFA	26,56	27,06	41,09±4,49	39,95±1,55n.s.
Linolna C 18:2n6	50,14	39,62	23,67±2,28	21,70±1,46*
Eikozadienska C 20:2n6	0,43	0,99	0,26±0,04	0,17±0,03***
Eikozatrienska C 20:3n6	0,03	0,29	0,16±0,03	0,12±0,02**
Arahidonska C 20:4n6	0,00	0,31	1,66±0,23	0,85±0,08***
Σ n-6 PUFA	51,60	41,21	24,55±2,38	23,58±1,41n.s.
α-linolenska C 18:3n3	4,00	3,31	0,97±0,16	1,00±0,14n.s.
Eikozapentaenska C 20:5n3	0,00	3,92	0,01±0,02	0,24±0,03***
γ-dokozapentaenska C 22:5n3	0,00	0,44	0,03±0,05	0,15±0,06***
Dokozahexaenska C 22:6n3	0,00	2,14	0,72±0,13	1,76±0,21***
Σ n-3 PUFA	4,00	9,81	1,74±0,21	3,15±0,25***
SFA / MUFA	0,69	0,80	0,78±0,17	0,85±0,04n.s.
Σn-6 PUFA / Σn-3 PUFA	12,90	4,20	14,27±1,42	7,51±0,68***

n.s. = P>0,05; \* = P<0,05; \*\* = P<0,01; \*\*\* = P<0,001

Slika 3. Sadržaj masnih kiselina u hrani za nesilice i u žumanjku [1].



Istraživanja utjecaja hrane za nesilice [1], na masu žumanjka, su ukazala na kompoziciju masnih kiselina u žumanjku koja je ovisna o sastavu hrane. Visoka razina nezasićenih masnih kiselina, prisutnih u hrani, utječe na proporciju masnih kiselina u žumanjku, dok visoka razina zasićenih masnih kiselina u hrani ima manji utjecaj na sastav masti u žumanjku [1].

Kako bi se osigurala dovoljna količina poželjnih masnih kiselina u mišićnom tkivu peradi, važno je peradi osigurati obroke koji su obogaćeni polinezasićenim masnim kiselinama [1].

Nutricionisti smatraju da je za prevenciju mnogih kroničnih bolesti u ljudi, bitan sadržaj masnih kiselina i kolesterola u mesu pilića [1].

### **3. SOXHLET METODA**

Ekstrakcija po Soxhletu je standardna metoda za određivanje slobodnih masti u prehrambenim proizvodima. Metoda je dobila ime po Franzu von Soxhletu (1848.-1926.), njemačkom kemičaru koji ju je opisao 1879. godine [9]. Ova metoda je duže od stoljeća bila standardna metoda za ekstrakciju masti iz različitih uzoraka. Osim prednosti kao što su jednostavnost metode i jednostavnost aparature te mogućnost korištenja male količine uzorka, metoda ima i brojne nedostatke. Najvažniji nedostaci su: dugo vrijeme ekstrakcije, velike količine otapala, temperatura vrelišta otapala može utjecati na analit. U zadnjih nekoliko desetljeća, konvencionalna Soxhlet metoda korištena je kao polazna točka za razvoj metoda kojima se uklanjaju njezini nedostaci pa su danas poznate: Soxhlet ekstrakcija pri povišenom tlaku, automatizirana Soxhlet ekstrakcija, Soxhlet ekstrakcija potpomognuta ultrazvukom, Soxhlet ekstrakcija potpomognuta mikrovalovima [2].

#### **3.1. Soxhlet aparatura**

Aparatura se sastoji od tikvice, hladila te posude za ekstrakciju (Slika 4). Na osušenu i izvaganu okruglu tikvicu stavlja se posuda za ekstrakciju sa tuljkom u kojemu je uzorak koji analiziramo, potom se dodaje pogodno otapalo za izvođenje ekstrakcije i

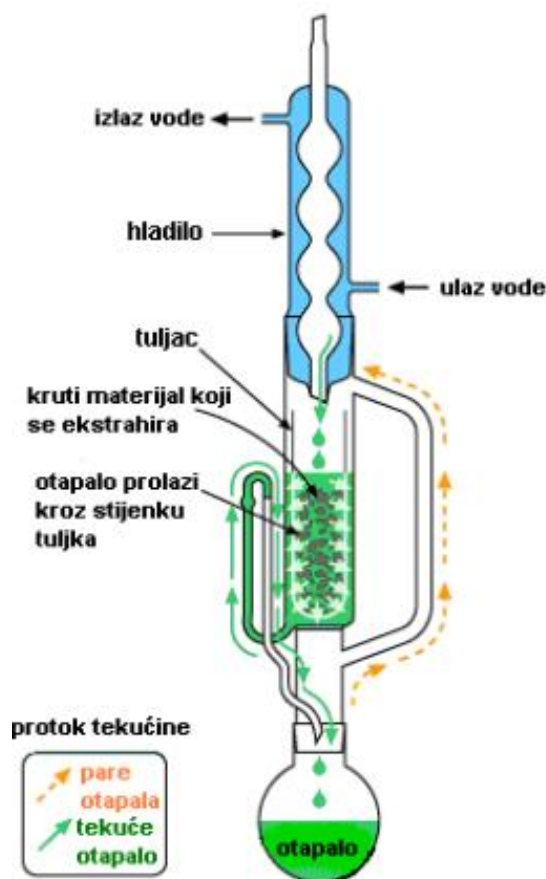
posuda za ekstrakciju se spoji s hladilom. Ekstrakcija se provodi dok se uzorak ne iscrpi. Vrijeme provođenja ekstrakcije je propisano metodom ili pak brojem prelijevanja. Prilikom završetka ekstrakcije, otapalo se predestilira, a dobivena mast se suši i važe do konstantne mase [3,5].



Slika 4. Soxhlet aparatura [9].

### 3.2. Princip ekstrakcije po Soxhletu

Masnoća se ekstrahira, polikontinuirano, s organskim otapalom. Otapalo se zagrijava i isparava, a potom se kondenzira iznad uzorka. Otapalo kaplje na uzorak i potopi ga te se izdvaja mast. U intervalu od 10 do 15 minuta otapalo se propušta u tikivicu za zagrijavanje te se spomenuti postupak ponovno pokreće (Slika 5). Sadržaj masnoće mjeri se gubitkom težine uzorka ili masom ekstrahirane masti [4,5].



Slika 5. Princip rada ekstrakcije masti [5].

### 3.3. Opasnosti i mjere opreza

Organska otapala, koja se koriste u ekstrakciji, mogu izazvati opasnosti. Petroleter i etil eter mogu izazvati opasnost od požara, stoga je potrebno izbjegavati otvoreni plamen. Važno je i izbjegavati udisanje para te dodir s kožom pri čemu se ekstrakcija izvodi u za to propisanom mjestu, digestoru, uz propisane uvjete. Eter je izuzetno zapaljiv, higroskopian te može formirati eksplozivne peroksidge. U svakom trenutku potrebno je nositi rukavice te zaštitne naočale. Tekući otpad petroletera te etera odlaže se u, za to, označenoj posudi za otpad. Pri radu je važno držati se sigurnosnih laboratorijskih postupaka [4].

## 4. EKSPERIMENTALNI DIO

### 4.1. Reagensi i instrumentacija

- Petroleter, 40-65 °C (CARLO ERBA, Italija)
- Aparatura za ekstrakciju po Soxhletu
- Vaga (KERN, Njemačka)



Slika 6: Vaga

- Rotacijski uparivač (Stuart RE300, UK)



Slika 7: Rotacijski uparivač [10].

- Sušionik (Instrumentaria, Hrvatska)



Slika 8: Sušionik.

## **4.2. Postupak**

### **4.2.1. Priprema aparature**

Prije nego se počne s analizom, tikvicu u koju se stave kamenčići za vrenje, potrebno je osušiti u sušioniku na 102 °C (suši se oko 1 sat), potom se hladi u eksikatoru oko 30 minuta i važe se. Masa tikvice se zabilježi. Tikvica se ponovo stavi u sušionik na 30 minuta, ohladi se u eksikatoru i ponovo važe. Postupak se ponavlja do konstantne mase. Aparatura se složi prema slici 9.



Slika 9. Soxhlet aparatura korištena prilikom određivanja sadržaja slobodnih masti.

### **4.2.2. Postupak ekstrakcije masti iz hrane za nesilice**

Tuljak u koji se odvaži oko 5 g uzorka, stavi se u posudu za ekstrakciju. Posuda za ekstrakciju se spoji na hladilo, a u osušenu tikvicu u kojoj se nalaze kamenčići za vrenje

sipa se 150 mL petroletera. Tikvica se pričvrsti za posudu za ekstrakciju i uroni se u vodenu kupelj. Otapalo u tikvici se zagrijava, isparava i dolazi do hladila gdje se hladi, kondenzira i ulazi u posudu za ekstrakciju s uzorkom. Na taj način posuda za ekstrakciju se ispunjava otapalom sve dok se ne ispuni sifon. Kada je sifon ispunjen, otapalo s otopljenim masnoćama vraća se u tikvicu. Postupak se ponavlja 4 sata, odnosno potrebno je barem 30 prelijevanja.

Kada je ekstrakcija gotova, aparatura se ohladi, a tikvica s otopljenim masnoćama pričvrsti se za rotacijski uparivač gdje se otapalo upari. Kada se otapalo uparilo, tikvica sa masnoćom prenese se u sušionik. U sušioniku se tikvica s uzorkom suši 1 sat na 100-102 °C i zatim se prenese u eksikator na hlađenje. Kada se tikvica ohladila, izvaže se i zabilježi se masa. Tikvica se ponovo stavlja u sušionik na 30 minuta, ohladi se i ponovo izvaže. Ovaj postupak se ponavlja do konstantne mase.

#### 4.2.3. Izračunavanje količine masti

Količina masti u uzorku izračunava se prema sljedećoj jednadžbi:

$$\text{količina masti} = \frac{m_{\text{masnoće u uzorku}}}{m_{\text{uzorka}}} \cdot 100 [\%] \quad (1)$$

Primjer izračunavanja količine masnoće u uzorku, prema jednadžbi 1, nalazi se u Tablici 1.

Tablica 1. Primjer izračuna postotka masnoće u uzorku

m (uzorka hrane) /g	5,004
m <sub>1</sub> (tikvice) /g	28,282
m <sub>2</sub> (tikvica + mast) /g	28,690
m <sub>2</sub> – m <sub>1</sub> /g = m masnoće u uzorku	0,408
% masnoće u uzorku (m masnoće u uzorku / m uzorka hrane)*100	<b>8,15</b>

## 5. REZULTATI I RASPRAVA

Analizirano je 5 uzoraka hrane za nesilice različitog sastava. Svaki uzorak analiziran je na isti način. U tuljak je odvagano oko 5 grama uzorka hrane (Slika 10) , tuljak s uzorkom stavljen je u posudu za ekstrakciju (Slika 11) koji je zatim spojen s hladilom. U tikvicu s kamenčićima za vrenje sipano je 150 mL petroletera i tikvica je spojena s posudom za ekstrakciju. Tikvica je zatim uronjena u vodenu kupelj preko koje je zagrijavana. Ekstrakcija je trajala 4 sata.

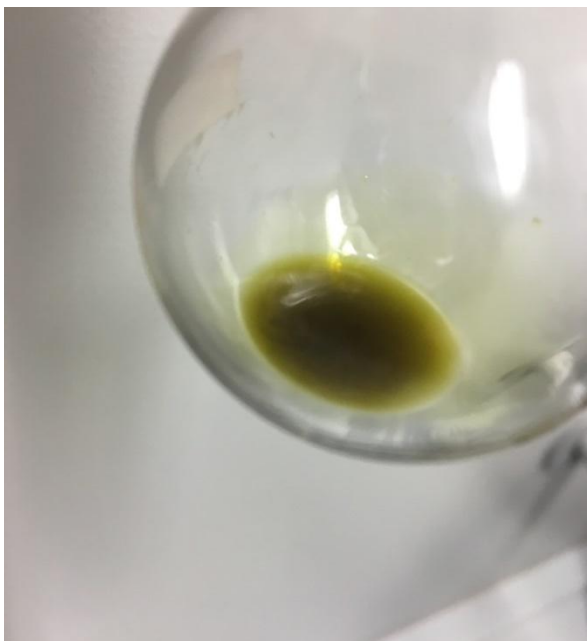


Slika 10: Vaganje uzoraka hrane za nesilice.





Slika 11: Posuda za ekstrakciju u kojoj se nalazi tuljak s uzorkom.



Slika 12: Izgled uzorka masnoće nakon uklanjanja otapala i vode.

Nakon ekstrahiranja masti, otapalo je upareno kako bi u tikvici ostala masnoća ekstrahirana iz uzorka. Kada je otapalo upareno, tikvica je prenesena u sušionik kako bi se uklonila zaostala voda (Slika 12). Nakon sušenja do konstantne mase, masa je zabilježena i

izračunata je količina masti u uzorku. Dobiveni rezultati za svih 5 uzoraka hrane za nesilice prikazani su u Tablici 2.

Tablica 2. Rezultati određivanja masti u 5 uzoraka hrane za nesilice

uzorak hrane za nesilice	masa masti	%
1	0,408	8,15
2	0,243	4,86
3	0,357	7,14
4	0,311	6,22
5	0,270	5,39

Iz dobivenih rezultata vidljivo je da je količina masti u analiziranim uzorcima hrane za nesilice različita i kreće se od 4,86 % do najviše 8,15 %. Razlika u sadržaju masnoće među pojedinim uzorcima nije bila veća od 4 %. Količina masti koja se nalazi u hrani za nesilice ovisi o sastavu hrane te različitim dodacima (npr. ulja).

Ovako izdvojene slobodne masti mogu se prevesti u oblik pogodan za analizu plinskom kromatografijom kako bi se odredio profil masnih kiselina. Sastav masti u ishrani peradi bitno utječe na gotove proizvode (npr. jaja). Mast je glavni sastojak hrane, stoga je važna, kako za čovjeka tako i za perad te je potrebno paziti i kontrolirati njezin unos, posebice unos zasićenih te trans masnih kiselina.

## 6. ZAKLJUČAK

Pojam lipida obuhvaća veliku skupinu spojeva s nekim zajedničkim svojstvima: netopivi su, ili teško topivi u vodi, a topivi su u organskim otapalima kao što su petroleter, eter, kloroform te drugi. Masti su organski spojevi koji pripadaju navedenoj, velikoj, skupini spojeva, lipida, te imaju veliku ulogu u izgradnji živih bića. Živim bićima služe kao gradivna tvar te služe kao dodatak prehrani. Uz proteine i ugljikohidrate, važan su sastojak hrane s velikom energetsom vrijednošću. Osim što su nužne za prehranu, nužne su i jer služe kao izvor esencijalnih masnih kiselina.

Soxhlet metoda je standardna metoda kojom se, u ovom istraživanju, određivao sadržaj masti u hrani za nesilice. Pomoću Soxhlet ekstrakcije, ekstrahirana je mast iz 5 uzoraka hrane za nesilice te je potom izračunima određena količina masti u svakom uzorku. Postotak masti u hrani iznosio je od 4.86 % pa sve do 8,15 %, što je bilo u skladu s obzirom na sastav analiziranih uzoraka. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da količina masti u uzorcima hrane za nesilice ovisi o sastavu hrane, ali i različitim vrstama ulja koji se dodaju u hranu. Iz izdvojenih se slobodnih masti može odrediti profil masnih kiselina pomoću plinske kromatografije.

## 7. LITERATURA

1. Kralik Gordana, Has-Schön Elizabeta, Kralik Davor, Šperanda Marcela (2008). Biološki i zootehnički principi. Peradarstvo. Grafika Osijek, 16(1), 30-63, 244-245, 375-412.
2. Luque de Castro M.D., Priego-Capote F. (2009). Soxhlet extraction: Past and present panacea. Journal of Chromatography.
3. Nielsen S. Suzanne (2017). Food analysis. Fifth edition. Springer International Publishing, vol. 86, 304-311.
4. Nielsen S. Suzanne (2018). Food analysis in Laboratory Manual. Third edition. Springer International Publishing, 123-125.
5. Primorac Ljiljana, Flanjak Ivana (2011). Kontrola kakvoće hrane. Zavod za ispitivanje hrane i prehrane Katedra za kakvoću hrane. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
6. <https://www.nestle.hr/nhw/%C4%8Cinjenice/masti-u-prehrani> 25.srpnja 2018.
7. <https://definicijahrane.hr/definicija/hranjive-tvari/masti/> 24.srpnja 2018.
8. <https://zoran-vujcic.blogspot.com/2013/10/masti-i-ulja-hemija-na-policama.htm> 02.kolovoza 2018.
9. <https://glossary.periodni.com/glosar.php?hr=Soxhletov+ekstraktor> 02.kolovoza 2018.
10. <http://www.keison.co.uk/products/stuart/large/RE300.jpg> 02.kolovoza 2018.